

控制室人体工效学设计评估

1 缩略语

缩略语	说明
BUP	后备盘
DCS	集散控制系统（包括1层和2层设备）
ECP	紧急操作台
LDP	大屏幕
OWP	操纵员工作站
RSS	远程停堆站
SVDU	安全级显示器

2 控制室设计概述

2.1 主控制室

主控制室的主要目标是实现核电厂在所有运行和事故工况下的安全有效运行。主控制室为主控制室工作人员提供实现电厂运行目标所必需的人机接口和有关的信息和设备，此外，主控制室为主控制室工作人员提供适宜的工作环境，以利于执行任务，而无不适之感和人身危险。

主控制室设计的基本目标是及时、准确和完整地向操纵员提供关于电厂设备和系统的功能状态的信息。主控制室设计必须考虑到所有运行状态（包括换料和事故工况）下使任务最佳化，并将检测与控制电厂所要求的工作量减到最小。主控制室还必须向主控制室外的其他设施提供必要的信息。主控制室设计必须提供各项功能最佳分配，以便操纵员和系统能最大限度地发挥其能力。主控制室设计的另一个目标是使电厂能有效地进行试运行、并允许修改和维护。

主控制室主要包括以下盘台：

操纵员控制台（OWP）

紧急操作台（ECP），包括安全级部分（ECP-S）和非安全级部分（ECP-N）

大屏幕（LDP）

后备盘（BUP）

2.2 远程停堆站

当主控制室可用时，远程停堆站控制功能被闭锁。当主控制室由于某种原因（例如发生火灾）变得不可利用时，操纵员可以不需要进入主控制室，就能从远程停堆站停闭反应堆，将核电厂带入并保持在安全停堆状态。

远程停堆站设有三套简化的操纵员工作站和RSS-SVDU控制台（安装有序列1、2的SVDU共2台，紧急停堆控制器，以及序列1MCR/RSS切换装置）。

3 人体尺寸基础数据

本报告根据GB10000（1988）《中国成年人人体尺寸》中给出的5%成年女性到95%成年男性的人体测量数据，对控制室布局及盘台盘面设计进行人体工效学评价。对于GB10000中缺少的数据采用HAF·J0055（1995）《核电厂控制室设计的人因工程原则》中提供的数据。

具体采用数据如下表所示：

		5%女 (mm)	95%男 (mm)	备注
站姿				
序号	项目			
1	身高	1484	1775	
2	眼至地面高	1371	1664	
3	肩高	1195	1455	
4	指尖至地面高	581	663	按以下公式计算： 肩高-上臂-前臂-手长
5	功能伸展范围	614	792	按以下公式计算： 上臂+前臂+手长
6	人体轴线至台边距离	127	123	按HAF·J0055
7	人体中心轴至眼距离	76	82	按HAF·J0055
8	眼至盘台前沿	51	41	按以下公式计算： 人体轴线至台边距离-人体中心轴至眼距离
9	肩至盘台前沿	127	123	人体轴线至台边距离
坐姿				
1	腿部弯曲部位的高度（膝下方）	342	448	
2	椅面以上的身高（伸直）	809	958	
3	椅面以上的眼高（伸直）	695	847	
4	椅面以上的肩高	518	641	
5	功能伸展范围	614	792	按以下公式计算： 上臂+前臂+手长
6	大腿的净高度（膝盖处）	113	151	GB 10000为大腿中部尺寸
7	臀部至膝弯内侧的距离	401	494	
8	膝的高度	424	532	
9	人体轴线至台边距离	127	123	按HAF·J0055
10	人体中心轴至眼距离	76	82	按HAF·J0055
11	坐姿眼高	1037	1295	按以下公式计算： 椅面以上坐姿眼高+小腿加足高
12	坐姿肩高	860	1089	按以下公式计算： 椅面以上坐姿肩高+小腿加足高
13	臀膝距	495	595	

标准条例	标准描述
NUREG0700 11.1.2-2	控制器和键盘离桌面前沿至少80mm
NUREG0700 11.1.2-3	控制器至桌面边缘<614mm
NUREG0700 11.1.2-1	控制台桌面高度660-790mm
NUREG0700 11.1.2-5	预留600mm x 400mm的书写空间

根据GB 10000中的人体测量数据，取5%成年女性坐姿肩高860mm、功能伸展范围614mm、肩至盘台前沿127mm，取95%成年男性坐姿肩高1089mm、功能伸展范围792mm、肩至盘台前沿123mm。对OWP可操作范围进行评估，如图4-2所示。

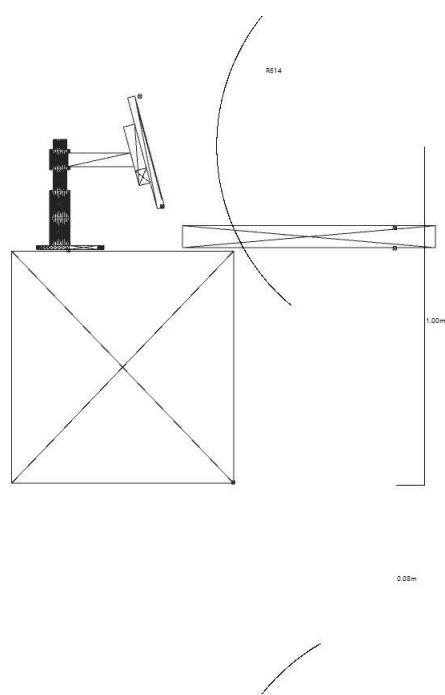


图4-2 OWP控制台可操作范围评估

根据标准条例NUREG0700 11.1.2-2要求：控制器和键盘离桌面前沿至少80mm。实际值为686.9998mm，因此满足人体工效学需求。根据标准条例NUREG0700 11.1.2-3要求：控制器至桌面边缘<614mm。实际值为686.9998mm，因此不满足人体工效学需求。根据标准条例NUREG0700 11.1.2-1要求：控制台桌面高度660-790mm。实际值为971mm，因此不满足人体工效学需求。根据标准条例NUREG0700 11.1.2-5要求：预留600mm x 400mm的书写空间。实际值为600mm x 586.9998mm，因此满足人体工效学需求。

4.3 OWP盘台尺寸及容膝容足空间分析

根据NUREG 0700等标准条例对坐姿操作的控制台的要求：

标准条例	标准描述
NUREG0700 11.1.2-10	容膝空间深度>460mm 高度>625mm

根据GB 10000中的人体测量数据，取5%女性坐姿膝盖高度为424mm、臀膝距495mm、脚长213mm，95%男性坐姿膝盖高度为532mm、臀膝距595mm、脚长264mm。对OWP盘台尺寸和容膝容足空间进行分析，如图4-3所示

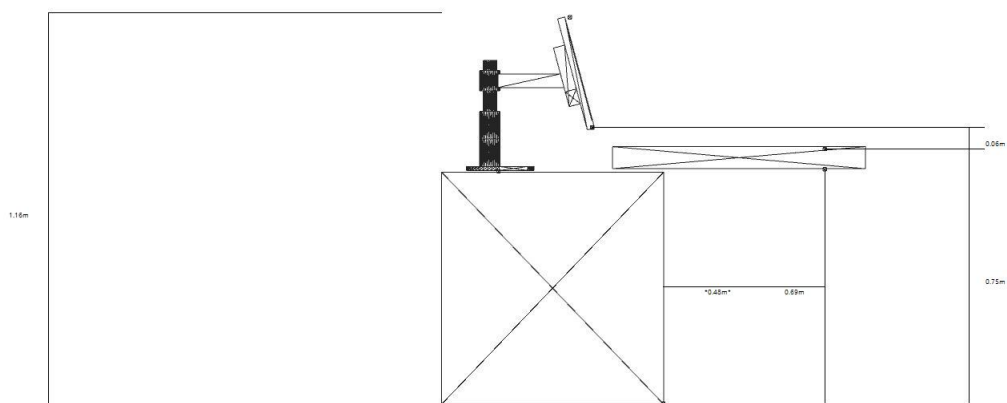


图4-3 OWP盘台尺寸及容膝容足分析

根据标准条例NUREG0700 11.1.2-10要求：容膝空间深度>460mm 高度>625mm。实际值为高691mm,深476.9998mm，因此满足人体工效学需求。

4.4 OWP其他分析

根据NUREG 0700等相关要求，仍需要对OWP坐姿控制台与座位距离、人体关节角度、操作空间进行分析。取5%女性坐姿人体轴线至台边距离127mm、椅面以上的身高（伸直）809mm、椅面以上的眼高（伸直）695mm，95%男性坐姿人体轴线至台边距离为123mm、椅面以上的身高（伸直）958mm、椅面以上的眼高（伸直）847mm。